

# VARSAN ETUPOLVEN VALGUS-VIRHEASENTO

Kirjallisuuskatsaus

Erika Heimo

Eläinlääketieteen lisensiaatin tutkielma

Helsingin yliopisto

Eläinlääketieteellinen tiedekunta

Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto

Eläinlääketieteellinen klininen diagnostiikka

2021

Tiedekunta - Fakultet – Faculty Eläinlääketieteellinen tiedekunta		Osasto - Avdelning – Department Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto	
Tekijä - Författare – Author Erika Heimo			
Työn nimi - Arbetets titel – Title Varsan etupolven valgus-virheasento			
Oppiaine - Läroämne – Subject Eläinlääketieteellinen kliininen diagnostiikka			
Työn laji - Arbetets art – Level Kirjallisuuskatsaus		Aika - Datum – Month and year 04/2021	Sivumäärä - Sidoantal – Number of pages 33
<p>Tiivistelmä - Referat – Abstract</p> <p>Raajojen asentovirheet ovat kasvavilla varsoilla yleisiä. Tutkimuksissa on havaittu, että raajan virheasennot ovat yksi yleisimmistä kehityksellisistä ortopedisistä ongelmista varsoilla ja virheasunnoista yleisin on etupolven valgus-asento. Etupolven valgus-virheasento tarkoittaa edestäpäin katsottuna poikkeamaa lateraalisuuntaan etupolven distaalipuolella. Työn tavoitteena on selvittää, mitkä tekijät johtavat etupolven valgus-virheasentoon, milloin asentovirheeseen tulee puuttua konservatiivihoidolla ja milloin kirurgisella hoidolla sekä mikä hoitovaihtoehtoista antaa parhaan lopputuloksen.</p> <p>Etupolven valguksen taustasyt jaetaan synnynnäisiin ja hankittuihin tekijöihin. Yksi synnynäinen aiheuttaja etupolven valgukselle on etupolven pikkuluiden luutumattomuus, jota esiintyy epäkypsillä varsoilla. Nivelä ympäröivien kudosten löysyys voi aiheuttaa varsalle useita virheasentoja. Atavismi on harvinainen perinnöllinen tila, jossa hevosella on kokonainen ulna, mikä aiheuttaa virheasennon. Hankittu virheasento syntyy kasvulevyn epätasaisen kasvun seurauksena. Tähän voivat johtaa esimerkiksi rakenteelliset poikkeavuudet, epätasapainoinen ruokinta, liiallinen liikunta, fysiitti, kasvulevyn trauma sekä vastakkaisen jalan ontumasta aiheutuva epätasainen painorasitus.</p> <p>Etupolven valgus-virheasento diagnosoidaan kliinisen tutkimuksen ja röntgenkuvauksen perusteella. Kliinisessä tutkimuksessa varsan jalka-asentoja arvioidaan sekä seistessä että liikkeessä. Jalan palpaatiolla ja manipulaatiolla voidaan arvioida niveliä ympäröivien kudosten löysyyden osuutta virheasentoon. Röntgenkuvauksessa hyödyllisin kuvaussuunta etupolven valgus-asennon arvioimiseen on dorsopalmaarinen suunta. Röntgenkuvasta määritetään pivot pointin sijainti, eli radiuksen ja etusääriluun keskiliinjaa pitkin piirrettyjen linjojen leikkauspiste. Leikkauspisteestä saadaan myös pivot kulma, jonka suuruus kertoo asennon vakavuudesta. Röntgenkuvista tulee myös arvioida muita mahdollisia rakenteellisia löydöksiä, jotka antavat tietoa virheasennon taustasyystä.</p> <p>Etupolven valgus-virheasennon hoidossa on tärkeää aloittaa hoito riittävän ajoissa, sillä virheasennon korjaantuminen kasvua nopeuttamalla tai hidastamalla ei onnistu enää sen jälkeen, kun suurin osa varsan kasvupotentiaalista on takana päin. Toisaalta suuri osa etenkin lievästä virheasunnoista suoristuu usein myös itsestään tai lyhyellä konservatiivihoidolla. Kirurginen hoito tulee kyseeseen etenkin vakavissa virheasunnoissa sekä sellaisissa tapauksissa, joissa lievä virheasento ei ole lähtenyt suoristumaan konservatiivihoidolla. Kirurgiset hoitovaihtoehdot jaetaan kasvua kiihdyttäviin ja kasvua hidastaviin tekniikoihin. Kasvua kiihdyttävistä tekniikoista yleisimmin käytetty on luukalvon irrotus. Kasvua hidastavia tekniikoita on useita, joista nykyään käytetyimpiä ovat kasvulevyn silloittaminen ruuvien ja serklaasin avulla sekä kasvulevyn ruuvaus yksittäisellä ruuvilla. Ennuste etupolven valgus-virheasunnoissa on usein hyvä sekä konservatiivihoidolla että kirurgialla. Merkittävin ennustetta huonontava tekijä on etupolven pikkuluiden luutumattomuus etenkin, jos siihen ei ole puututtu hyvissä ajoin.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords varsa, carpus valgus, angular limb deformity, virheasento			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited  HELDA – Helsingin yliopiston digitaalinen arkisto			
Työn johtaja (tiedekunnan professori tai dosentti) ja ohjaaja(t) – Instruktör och ledare – Director and Supervisor(s) Mirja Ruohoniemi ja Nina Lehmonen			

## Sisällysluettelo

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 ETUPOLVEN NORMAALI ANATOMIA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Luiset rakenteet.....	3
2.2 Kasvulevy .....	6
2.3 Kasvulevyjen sulkeutumisajat.....	7
<b>3 ETUPOLVEN VALGUS VARSALLA .....</b>	<b>10</b>
3.1 Etiologia .....	10
3.1.1 Synnynnäiset virheasennot .....	10
3.1.1.1 Etupolven pikkuluiden luutumattomuus .....	10
3.1.1.2 Niveliiä ympäröivien kudosten löysyys.....	11
3.1.1.3 Atavismi .....	11
3.1.2 Hankitut virheasennot.....	12
3.2 Diagnosointi .....	13
3.2.1 Kliininen tutkimus.....	13
3.2.2 Röntgentutkimus .....	14
3.2.2.1 Kuvaustekniikka.....	14
3.2.2.2 Mittaukset.....	15
3.2.2.3 Muut röntgenlöydökset.....	17
<b>4 KONSERVATIIVINEN HOITO .....</b>	<b>19</b>
4.1 Liikunta .....	19
4.2 Ulkoinen tuki .....	20
4.3 Kavioiden vuolu ja liimakenkä .....	21
4.4 Shockwave-paineaaltohoito .....	21
<b>5 KIRURGINEN HOITO.....</b>	<b>22</b>
5.1 Kasvun hidastaminen .....	22
5.1.1 Ruuvit ja serklaasit .....	23
5.1.2 Kasvulevyn ruuvaus.....	25
5.1.3 Levy .....	26
5.1.4 Implanttien poisto .....	26
5.2 Kasvun kiihdyttäminen .....	27
5.2.1 Luukalvon irrotus.....	27
5.2.2 Kasvulevyn stimulaatio .....	29
<b>6 ENNUSTE.....</b>	<b>30</b>
<b>7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....</b>	<b>31</b>
<b>8 KIRJALLISUUSLUETTELO .....</b>	<b>34</b>

# 1 JOHDANTO

Raajojen asentovirheet ovat kasvavilla varsoilla yleisiä. Angular limb deformity (ALD) tarkoittaa virheasentoa, jossa raaja kulmautuu virheellisesti edestäpäin katsottuna (Auer ym. 1982, Caron 1988). Virheellinen asento on tavallisinta etupolvessa, ja valgus on yleisin etupolven asentovirhe (Auer ym. 1982, Bertone ym. 1985, Caron 1988, Santschi ym. 2006, Bischofberger ja Auer 2018). Etupolven valgus tarkoittaa edestäpäin katsottuna poikkeamaa lateraalisuuntaan etupolven distaalipuolella. Etupolven varus taas tarkoittaa edestäpäin katsottuna poikkeamaa mediaalisuuntaan etupolven distaalipuolella. O'Donohuen ym. (1992) tutkimuksessa havaittiin, että yleisimmät kehitykselliset ortopediset sairaudet varsoilla ovat ALD ja fysiitti. Tutkimuksessa oli 193 varsaa, joista 43%:lla todettiin ALD retrospektiivisessä kyselytutkimuksessa ja 62,1%:lla kliiniseen tutkimukseen perustuvassa tutkimuksessa.

Virheasennon vakavuus ja sopiva hoito arvioidaan kliinisen tutkimuksen ja röntgenkuvien perusteella. Hoitovaihtoehtoina ovat konservatiivihoido, kirurginen hoito tai edellä mainittujen yhdistelmä. Konservatiivihoido tulee usein kyseeseen lievissä tapauksissa ja kirurginen hoito vakavammissa tapauksissa tai jos konservatiivihoido ei ole auttanut. Kirurgisessa hoidossa on kaksi vaihtoehtoa, joko kasvun kiihdyttäminen asentovirheen koveralla puolella tai kasvun hidastaminen asentovirheen kuperalla puolella.

Ensimmäiset kirurgiset tekniikat raportoitiin 1970-luvulla (Carlson ym. 1972). Ensimmäinen kirurginen hoitovaihtoehto oli kasvua hidastavien niittien asettaminen kasvulevyn yli. Niittien todettiin jättävän huono kosmeettinen lopputulos ja ne rikkoontuivat helposti, joten alettiin käyttää kahta ruuvia ja serklaasia hidastamaan kasvua (Auer ym. 1983). 1980-luvulla Auer raportoi myös ensimmäisen kasvua kiihdyttävän tekniikan, jossa luukalvoa irrottamalla yritettiin kiihdyttää kasvua asentovirheen koveralla puolella (Auer ym. 1982). Tämän jälkeen muitakin kasvua kiihdyttäviä menetelmiä on kehitelty. Vakavissa tapauksissa voidaan käyttää myös kasvua kiihdyttävien ja hidastavien tekniikoiden yhdistelmää.

Etupolven valguksen hoidossa painotetaan nykyään sitä, että kaikkia varsoja ei ole tarpeellista hoitaa kirurgisesti. Asentovirhe voi korjaantua myös konservatiivihoidolla, joka tarkoittaa

karsinalepoa ja mahdollista kavioiden vuolua. Konservatiivihoidona on tutkittu myös shock wave-terapian vaikutusta kasvua hidastavana tekijänä (Bussy ym. 2013). On myös tärkeää tunnistaa tilanteet, joissa hoitoa ei tarvita lainkaan. Auerin ym. (1982) mukaan lievä etupolven valgus-asento katsotaan normaaliksi ja sillä on jopa todettu olevan etupolven alueen vaurioilta, kuten murtumalta, suojaava vaikutus (Andersson ym. 2004). Hoidossa oleellista on ajoittaa toimenpiteet siten, että varsalla on vielä kasvupotentiaalia jäljellä. Sen osalta on tärkeää tietää milloin kasvulevyt sulkeutuvat, jonka jälkeen asentovirheen korjaus ei enää ole mahdollista kasvua kiihdyttävillä tai hidastavilla tekniikoilla.

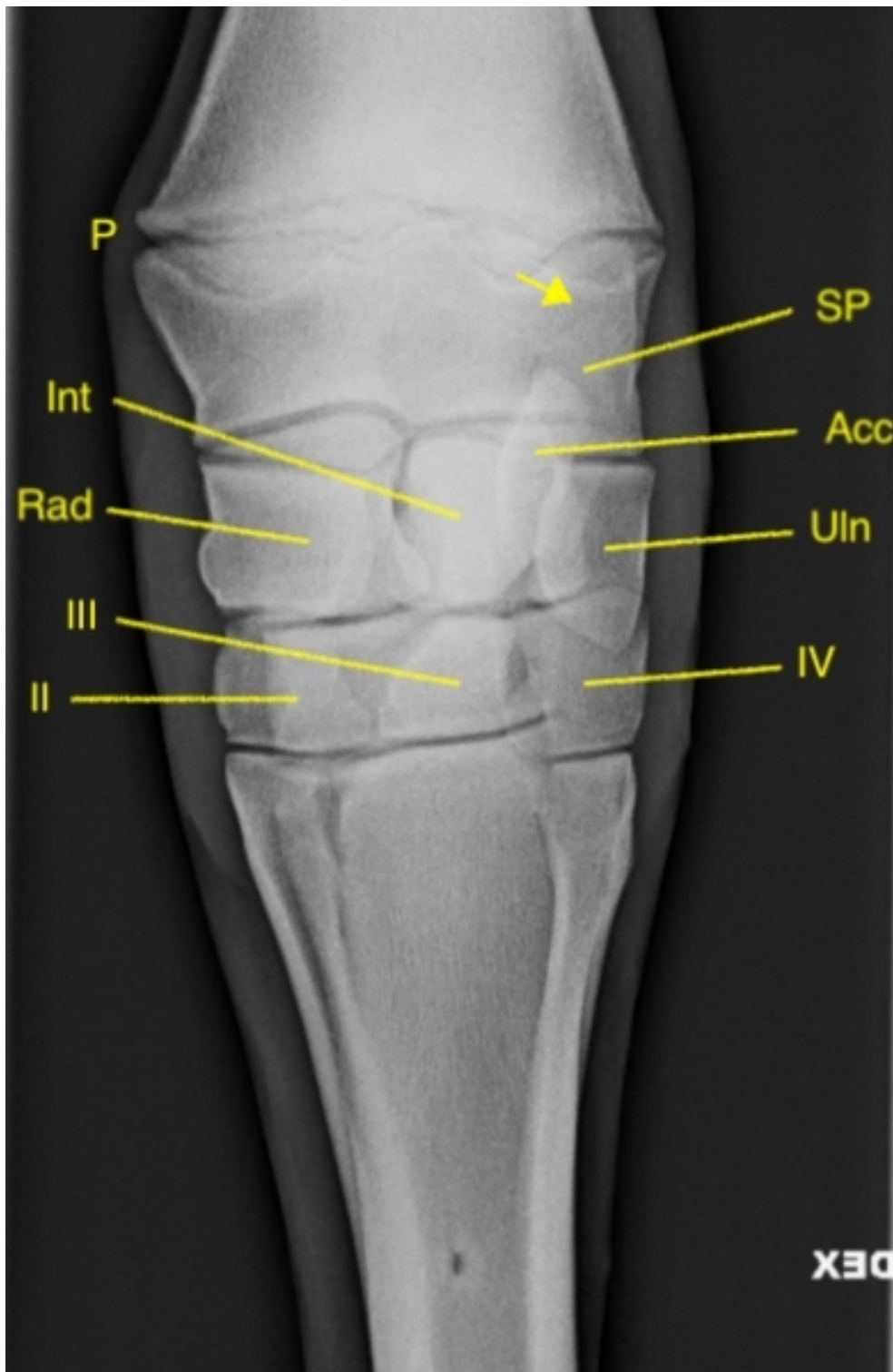
Työn tavoitteena on selvittää, mitkä tekijät johtavat etupolven valgus-virheasentoon, milloin asentovirheeseen tulee puuttua konservatiivihoidolla ja milloin kirurgisella hoidolla sekä mikä hoitovaihtoehtoista antaa parhaan lopputuloksen.

## 2 ETUPOLVEN NORMAALI ANATOMIA

### 2.1 Luiset rakenteet

Hevosien etupolven alueen rakenne on esitetty yhtäpitävästi useissa lähteissä (esim. König ym. 2020). Hevosella radius ja ulna ovat fuusioituneet lähes koko matkalta ja ainoastaan ulnan proksimaaliosa on erillään radiuksesta. Radiuksen distaalipää niveltyy etupolveen. Hevosella ulnan distaaliosa on fuusioitunut radiuksen kanssa ja jäännöksen muodostaa lateraalisesti kiilamaisen *processus styloideuksen*. Hevosien etupolven pikkuluut ovat kahdessa rivissä (kuva 1). Proksimaalisessa rivissä on neljä karpaaliluuta: *os carpi radiale* (mediaalisin), *os carpi intermedium*, *os carpi ulnare* ja *os carpi accessorium*. Distaalisessa rivissä on useimmilla hevosilla kolme luuta: *os carpale II-IV* ja noin kolmasosalla hevosista myös pieni *os carpale I*. Alle 2%:lla hevosista on myös *os carpale V* distaalisessa rivissä lateropalmaaripuolella (Butler 2017). Etupolvessa on kolme nivelrakoa: radiokarpaali-, interkarpaali- ja karpometakarpaalinivel, joista interkarpaali- ja karpometakarpaalinivel ovat yhteydessä toisiinsa. Etupolven pikkuluut niveltyvät lisäksi viereisiin pikkuluihin. Etupolven alueella on useita nivelsiteitä. Etupolven pikkuluiden välillä on poikittaiset eli interkarpaaliset ligamentit sekä pystysuorat dorsaaliset ligamentit. Lisäksi interkarpaalinivelessä, eli proksimaalisen ja distaalisen karpaaliluurivin välillä on kaksi palmaarista ligamenttia. Lisäksi radiuksen ja etupolven pikkuluiden välillä on kaksi kollateraalligamenttia.

Kasvavalla varsalla on radiuksen distaaliosassa kaksi luutumiskeskusta: lateraalinen *processus styloideus* sekä distaalinen epifyysi (Myers ja Burt 1966). Suurimmalla osalla vastasyntyneistä varsoista nämä kaksi luutumiskeskusta ovat erilliset (Myers ja Burt 1996) ja yhdistyvät toisiinsa normaalisti noin vuoden ikään mennessä (Myers ja Emmerson 1966, Butler 2017). Osalla hevosista luutumiskeskus voi sulkeutua epätäydellisesti, jolloin aikuisella hevosella saatetaan nähdä röntgenharva linja (Kuvat 1 ja 2) ja tämä linja voidaan sekoittaa murtumaan (Hinkle ym. 2020). Etupolven pikkuluissa on jokaisessa oma luutumiskeskukuksensa ja luut ovat täydellisesti kehittyneet normaalisti 18 kuukauden ikään mennessä (Butler 2017). Etupolven proksimaalisissa pikkuluissa saattaa olla erilliset luutumiskeskukset, jotka saatetaan sekoittaa murtumaan (Butler 2017).



**Kuva 1.** Dorsopalmaarisuunnassa otettu röntgenkuva 7 kuukauden ikäisen varsan oikeasta etupolvesta. Lateraalipuoli kuvassa oikealla. Rad = os carpi radiale, Int = os carpi intermedium, Uln = os carpi ulnare, Acc = os carpi accessorium, II-IV = os carpale II-IV, SP = processus styloideus, P = radiuksen distaalinen kasvulevy, nuolet = röntgenharva linja lateraalisen processus styloideuksen kohdalla (normaalilöydös).



**Kuva 2.** Dorsolateraali-palmaromediaalisuunnassa otettu röntgenkuva 7 kuukauden ikäisen varsan oikeasta etupolvesta. Nuolet = röntgenharva linja lateraalisen processus styloideuksen kohdalla, joka on kasvulevy.

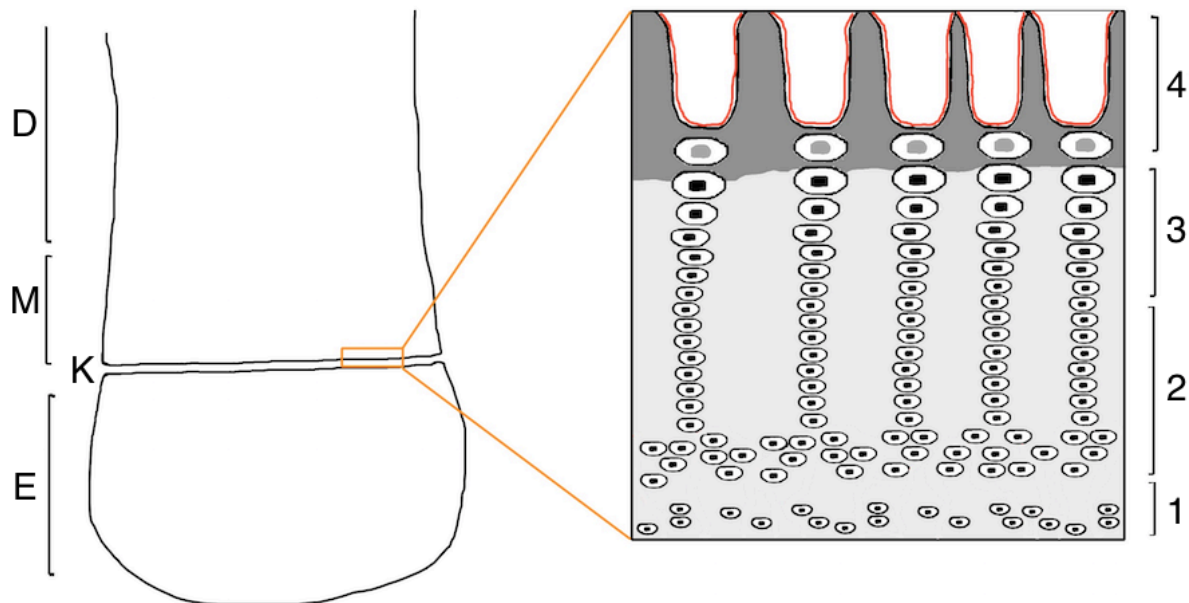


## 2.2 Kasvulevy

Putkiluiden pituuskasvu tapahtuu kasvulevyssä rustonalaisten luutumisen avulla, joka alkaa jo sikiökaudella ja jatkuu kunnes yksilön kasvu tulee päätökseen. Ensin luihin muodostuu primäärinen luutumiskeskus. Primäärinen luutumiskeskus laajenee keskeltä kohti rustomallin reunoja, kun osteoklastit poistavat rustoa ja osteoblastit korvaavat sen luulla. Putkiluissa muodostuu lisäksi sekundäärinen luutumiskeskus rustomallien päihin. Kasvulevy jää primäärisen ja sekundäärisen luutumiskeskuksen väliin (Mackie ym. 2011). Kasvulevy koostuu erityyppisistä kondrosyyteistä eli rustosoluista, joita ympäröi koostumukseltaan monimutkainen soluväliaine (Jeffcott ja Henson 1998).

Rustonalaisessa luutumisessa on eri vaiheita ja rustosolut jakaantuvat kasvulevyssä eri vyöhykkeisiin (kuva 3). Lepovyöhykkeessä on rustosolujen kantasoluja (Jeffcott ja Henson 1998, Ytherus ym. 2007, Mackie ym. 2011). Lepovyöhykkeen solut eivät myöskään tuota soluväliainetta (Ross ja Pawlina 2011). Ensimmäisessä vaiheessa proliferatiivisen vyöhykkeen rustosolut lisääntyvät nopeasti kasvuhormonin vaikutuksesta ja muodostavat rivejä (Ytherus ym. 2007, Mackie ym. 2011, Ross ja Pawlina 2011). Lisääntyneet rustosolut tuottavat runsaasti soluväliaineen komponentteja ympärilleen (Ytherus ym. 2007, Mackie ym. 2011). Lisääntyvien rustosolujen muodostaman kerroksen koko vaihtelee luuston kehitysvaiheen mukaan (Jeffcott ja Henson 1998). Hypertrofisella vyöhykkeellä rustosolujen koko kasvaa, jonka avulla solut muokkaavat soluväliaineen rakennetta ja muotoa (Ytherus ym. 2007, Mackie ym. 2011). Hypertrofisen vyöhykkeen rustosolut ovat kooltaan laajentuneita ja metabolisesti aktiivisia. Ne erittävät kollageeneja soluväliaineeseen sekä kasvutekijää, joka saa aikaan verisuonten muodostumisen alueelle (Ross ja Pawlina 2011). Hypertrofisella vyöhykkeellä rustosolut tuottavat alkalista fosfataasia (AFOS), joka saa aikaan ruston kalkkeutumisen (Jeffcott ja Henson 1998). Lopulta kalkkeutuneiden solujen vyöhykkeellä hypertrofiset solut kuolevat, niiden solukalvo poistetaan ja soluväliaine alkaa mineralisoitua (Ytherus ym. 2007). Mineralisoitunut vyöhyke toimii mallina luun muodostukselle (Ross ja Pawlina 2011). Lähimpänä diafyysia verisuonitusta alkaa tunkeutua soluväliaineeseen (Ytherus ym. 2007) ja osteoblastit muodostavat luuta (Ross ja Pawlina 2011).

Kun putkiluiden pituuskasvu tulee päätökseen, rustosolujen lisääntyminen päättyy. Vaikka uusia rustosoluja ei enää tässä vaiheessa tuoteta, jo olemassa olevat rustosolut jatkavat erilaistumistaan luuksi niin kauan kuin rustosoluja on jäljellä. Kun jäljellä olevat rustosolut loppuvat, epifyysin ja metafyysin välinen luuydin muodostuu yhtenäiseksi. Tätä vaihetta kutsutaan kasvulevyn sulkeutumiseksi (Ross ja Pawlina 2011).



**Kuva 3.** Putkiluun osat ja kasvulevyn vyöhykkeet. D = diafyysi, M = metafyysi, E = epifyysi, K = kasvulevy, 1 = lepovyöhyke, 2 = proliferatiivinen vyöhyke, 3 = hypertrofinen vyöhyke, 4 = kalkkeutuneiden solujen vyöhyke.

### 2.3 Kasvulevyjen sulkeutumisajat

Radiuksen distaalisen kasvulevyn sulkeutumisaikoja ja niiden vaihtelua on tutkittu hevosen raajojen kasvulevyistä eniten. Eri lähteistä kootut radiuksen distaalisen kasvulevyn sulkeutumisajat sekä tutkimuksissa havaittu sukupuoli- ja rotuvaihtelu on koottu taulukkoon 1.

Rodulla ja sukupuolella todettiin olevan selvästi merkitystä radiuksen distaalisen kasvulevyn sulkeutumisaikaan (Luszczynski ym. 2011). Englantilaisilla täysiverisillä tehtyjen tutkimusten

mukaan radiuksen distaalinen kasvulevy sulkeutui aiemmin tammoilla, kuin oreilla (Vulcano ym. 1997, Luszczynski ym. 2011). Lisäksi todettiin, että oreilla kasvu loppui ennen kuin kasvulevyn todettiin olevan sulkeutunut (Vulcano ym. 1997). Tammoilla tällaista eroa kasvun pysähtymisen ja kasvulevyjen sulkeutumisen välillä ei todettu (Vulcano ym. 1997). Muilla roduilla eron kasvulevyjen sulkeutumisessa tammojen ja oriiden välillä ei ole todettu olevan merkittävä (Luszczynski ym. 2011). Arabialaisilla täysiverisillä radiuksen distaalisen kasvulevy sulkeutui selvästi aiemmin kuin englantilaisilla täysiverisillä, angloarabialaisilla täysiverisillä ja huculponeilla (Luszczynski ym. 2011). Vulcanon ym. (1997) tutkimuksessa eroa radiuksen distaalisen kasvulevyn sulkeutumisajassa ei havaittu arabialaisen täysiverisen ja englantilaisen täysiverisen välillä.

**Taulukko 1.** Eri lähteistä kootut radiuksen distaalisen kasvulevyn sulkeutumisajat ja niiden rotu- ja sukupuolivaihtelu.

Lähde	Uhlhorn ym. 2000	Strand ym. 2007	Vulcano ym. 1997	Myers ja Emmerson 1966
Rotu	amerikkalainen lämminveriravuri	islannin- hevonen	englantilainen täysiverinen	arabialainen täysiverinen
Sukupuoli	ei eritelty	ei eritelty	tamma ori	tamma ori
Kasvulevyn sulkeutumisaika (kk)	21-35	27,4-32	21,7-25,7	21,2-28,1
			23,6	24,1
Tutkittujen hevosten lukumäärä	14	64	10	1
Lähde	Łuszczynski ym. 2011			
Rotu	englantilainen täysiverinen	arabialainen täysiverinen	angloarabialainen täysiverinen	huculponi
Sukupuoli	tamma ori	tamma ori	tamma ori	tamma ori
Kasvulevyn sulkeutumisaika (kk)	20,8- 27,1	19,8-26,7	22,0-27,1	24,8-28,9
			25,0-29,8	22,1-28,0
				23,1-30,2
Tutkittujen hevosten lukumäärä	11	10	10	11
			10	10

## 3 ETUPOLVEN VALGUS VARSALLA

### 3.1 Etiologia

Raajojen virheasennot voidaan jakaa synnynnäisiin ja hankittuihin tiloihin (Caron 1988, Trumble 2005, Bramlage ja Auer 2006). Etupolven valgus-asento voi olla peräisin ongelmasta etupolven pikkuluissa, kasvulevyn alueella tai putkiluiden diafyysin alueella sekä myös niveltä ympäröivissä pehmytkudoksissa (Caron 1988, Bischofberger ja Auer 2018). Bertonen ym. (1985) tutkimuksessa 35:stä varsasta 52%:lla etupolven valgus-virheasento oli molemminpuolinen.

#### 3.1.1 Synnynnäiset virheasennot

##### 3.1.1.1 Etupolven pikkuluiden luutumattomuus

Normaalissa sikiönkehityksessä varsan etupolven pikkuluut luutuvat tiineyden loppuvaiheessa. Pikkuluut ovat vastasyntyneellä hieman normaalia pyöreämmät, mutta niiden tulisi olla kunnolla luutuneet (Bischofberger ja Auer 2018). Etupolven pikkuluiden luutumattomuus on tyypillistä epäkypsillä varsoilla ja se altistaa etupolven virheasentoille (Fackelman ym. 1975, Coleman ja Whitfield-Cargile 2017). Varsan epäkypsyyteen voivat vaikuttaa monet tiineyden aikaiset tapahtumat: ennenaikainen syntymä (<320 tiineysvuorokautta), epänormaali sikiön asento kohdussa, istukkatulehdus, istukan vajaatoiminta, emän virheellinen ruokinta, kohdun verenkiertoon vaikuttavat tilat, lääkeaineet sekä sikiön kilpirauhasen toimintahäiriö (Bischofberger ja Auer 2018). Pikkuluiden luutumattomuus ei suoraan aiheuta virheasentoa, mutta altistaa sille etenkin yhdistettynä lievään valgus-asentoon, joka suurimmalla osalla varsoista on syntyessään (Bischofberger ja Auer 2018). Etupolven luista *os carpale III* ja *IV* sekä *os carpi ulnare* luutuvat viimeisenä ja erityisesti näiden luiden luutumattomuus altistaa etupolven valgus-virheasennolle (Coleman ja Whitfield-Cargile 2017).

### 3.1.1.2 Niveliiä ympäröivien kudosten löysyys

Varsalla voi syntyessään olla niveliiä ympäröivien kudosten löysyydestä johtuvia useita, samanaikaisia ja vakaviakin virheasentoja (Fackelman ym. 1975, Bischofberger ja Auer 2018). Tyypillinen esimerkki on niin sanottu windswept-virheasento, jossa toinen etupolvista on varus-asennossa ja toinen valgus-asennossa (Bischofberger ja Auer 2018). Niveliiä ympäröivien kudosten löysyys, yhdessä pikkuluiden luutumattomuuden kanssa, voi saada aikaan vakavan raajojen virheasennon, kun painonkanto on epätasaista ja pikkuluut rakenteeltaan heikot (Bischofberger ja Auer 2018). Kudosten löysyyden taustasy on epäselvä, mutta siihen saattavat vaikuttaa hormonaaliset tekijät tai sikiön asento kohdussa (Bischofberger ja Auer 2018).

### 3.1.1.3 Atavismi

Atavismi on periytyvä ominaisuus, josta esimerkkinä hevosella voi olla kokonaiset ulna ja fibula (Speed 1958), jotka nykyhevosella ovat normaalisti vain jäänteitä. Miniatyyprihevosilla (Tyson ym. 2004), welshponeilla (Shamis ja Auer 1985) sekä shetlanninponeilla (Speed 1958, Rafati ym. 2016) on todettu etupolven valgus-asentoa atavismin, eli täydellisen kyynärluun yhteydessä (Tyson ym. 2004). Kyynärluun ollessa täydellinen, on virheasento usein vakava ja hevosen ennuste huono (Tyson ym. 2004). Oleellista tässä tapauksessa on se, että täydellinen ulna niveltyy etupolven pikkuluuihin (*os carpi ulnare* ja *os carpi accessorium*) (Tyson ym. 2004). Tysonin ym. (2004) potilastapauksessa atavismin yhteydessä todettiin myös merkkejä alkavasta nivelrikosta. Tilaa voidaan yrittää hoitaa kirurgisesti, mutta usein päädytään eutanasiaan (Tyson ym. 2004). Atavismi on perinnöllinen tila, joten siitä kärsiviä hevosia ei tule käyttää jalostukseen (Tyson ym. 2004, Rafati ym. 2016). Dubuc ja Da Silveira (2019) raportoivat puoliverisestä hevosesta, jossa ulnan jäänteen aiheuttama molemminpuolinen etupolven valgus suoristui jäänteen osittaisella kirurgisella poistolla, mutta tässä tapauksessa ulna ei niveltynyt etupolven luuihin. Ulna voi siis aiheuttaa virheasentoja myös isoilla hevosroduilla (Dubuc ja Da Silveira 2019).

### 3.1.2 Hankitut virheasennot

Hankittu virheasento johtuu putkiluun epätasaisesta kasvusta kasvulevyssä (Bischofberger ja Auer 2018). Toimintahäiriö kasvulevyssä aiheuttaa ongelmia rustonalaisessa luutumisessa (Bramlage ja Auer 2006), jonka seurauksena kasvulevyn toinen puoli kasvaa toista nopeammin ja johtaa virheasentoon (García-López ja Parente 2011). Kasvunaikaiset tekijät, jotka saattavat altistaa raajojen virheasunnoille ovat rakenteelliset poikkeavuudet, epätasapainoinen ruokinta, liiallinen liikunta ja trauma (Auer ym. 1983). Hankitut virheasennot ilmenevät yleensä 1-6 kk iässä (Auer ym. 1983). Raajojen valgus-virheasunnoilla ei ole todettu sukupuoli- tai rotupredilektiota, mutta geneettistä alttiutta saattaa olla (García-López ja Parente 2011).

Huono rakenne saattaa altistaa virheasunnoille aiheuttamalla epätasaista painonkantoa nivelessä, mikä johtaa kasvun hidastumiseen sillä alueella, jossa paine on voimakkain. Etupolven valguksessa suurin osa paineesta kohdistuu *processus styloideukseen* (Auer ym. 1983). Hankittu virheasento voi olla myös seurausta epätasaisesta painonkannosta viereisen jalan voimakkaan ontuman seurauksena (Auer ym. 1983, Bramlage ja Auer 2006, García-López ja Parente 2011). Epätasainen painonkanto etupolven valguksen yhteydessä saattaa johtaa myös vuohisen varus-asentoon, joka saattaa aiheuttaa vaikutelman, että jalka olisi kokonaisuudessaan suora (Bischofberger ja Auer 2018).

Virheasento voi kehittyä myös kasvulevyn trauman seurauksena (Salter ja Harris 1963, Fackelman ym. 1975, Auer ym. 1983). Liiallinen rasitus ja liikunta saattavat johtaa mikrotraumoihin kasvulevyssä ja sitä kautta hankittuun asentovirheeseen (Auer ym. 1983). Trauman seurauksena, kasvulevyn verenkierron häiriintyessä, kasvulevy saattaa sulkeutua ennenaikaisesti ja aiheuttaa virheasennon. Kasvulevyn sulkeuduttua ei virheasentoa voida enää korjata kasvua nopeuttavilla tai hidastavilla tekniikoilla, vaan ainoastaan osteotomialla (Auer ym. 1983).

Varsan ruokinnalla saattaa olla vaikutusta asentovirheiden syntyyn. Etenkin aiemmin ongelmana on ollut liian energiapitoinen ruokinta, joka saattaa johtaa liian nopeaan kasvuun ja sitä kautta haitata kasvulevyn toimintaa ja johtaa asentovirheisiin (Auer ym. 1983). Epätasapainoinen kivennäisruokinta saattaa altistaa fysiitille (Auer ym. 1983), joka saattaa

puolestaan aiheuttaa etupolven valgus-virheasennon (Caron 1988, Ellis 2011). Fysiitti tarkoittaa kasvulevyn endokondraalisen luutumisen häiriötä (Jackson ym. 2011) ja usein tila rajoittuu itsestään, kun kasvu päättyy (Jacquet ym. 2013). Radiuksen distaalinen kasvulevy on fysiitin yleisin esiintymispaikka (Butler ym. 2017, Ellis 2011, Jackson ym. 2011) ja fysiitti voi ilmetä missä vaiheessa kasvua tahansa (Bramlage 2011). Radiuksen distaalisen kasvulevyn fysiitissä tyypillinen sairastumisikä on 8 kk -2 vuotta (Ellis 2011), eli selvästi myöhemmin kuin asentovirheiden syntyminen tapahtuu. Fysiittiä sairastaneilla varsoilla on todettu enemmän jalkojen virheasentoja (O'Donohue ym. 1992). O'Donohuen ym. (1992) tutkimuksessa todettiin 20%:lla 248:stä varsasta samanaikaisesti useampi kuin yksi kehityksellinen ortopedinen sairaus. Näistä varsoista 59%:lla oli samanaikaisesti nimenomaan ALD ja fysiitti (O'Donohue ym. 1992). Jacquet ym. (2013) tutkimuksessa kahdella varsalla 321:stä fysiittimuutokset olivat selvästi yhteydessä vakaviin asentovirheisiin ja muutokset olivat nähtävissä vielä 18 kk iässä.

## 3.2 Diagnosointi

### 3.2.1 Kliininen tutkimus

Jalkojen asentoa tulisi arvioida silmämääräisesti sekä varsan seistessä että kävellessä (Caron 1988, García-López ja Parente 2011, Bischofberger ja Auer 2018). Tutkimuksen aikana varsan pitäisi seistä mahdollisimman suorassa ja etenkin tutkittava jalka suoraan alla (García-López ja Parente 2011). Valgus-asennon toteamiseksi, jalkojen asentoa tarkastellaan suoraan raajan edestä (García-López ja Parente 2011). Liikkeessä arvioidaan virheasennon vakavuutta sekä jalan ollessa ilmassa, että painoa varatessa (Bischofberger ja Auer 2018). Untin ym. (2010) tutkimuksessa vertailtiin jalan asentoa seistessä ja liikkeessä ja etupolven valgus-asennon todettiin näyttävän lievemältä varsan kävellessä. Tämän takia onkin tärkeää arvioida asentoa sekä seisessä että liikkeessä. Virheasennot eivät yleensä aiheuta ontumaa vielä varhaisessa vaiheessa (Caron 1988).

Etupolven valgus-virheasennon yhteydessä etujalassa todetaan usein myös rotatoitumista ulkokiertoon (Bischofberger ja Auer 2018). Vastasyntyneillä varsoilla pidetään normaalina



eturaajan lievää ulkokiertoa ja hajavarpaisuutta (Bischofberger ja Auer 2018). Ulkokierto johtuu rintakehän kapeudesta, joka saa aikaan kyynärpään alueen kiertymisen ulkokiertoon ja sitä kautta myös raajan distaaliosa kiertyy (Bischofberger ja Auer 2018). Tilanne paranee itsestään varsan kasvaessa ja vahvistuessa (Bischofberger ja Auer 2018). Vastasyntyneellä varsalla saattaa myös olla lievä etupolven valgus, joka suoristuu itsestään varsan kasvaessa (García-López ja Parente 2011). Anderssonin ym. tutkimuksessa (2004) englantilaisilla täysiverisillä todettiin lievällä etupolven valgus-asennolla olevan jopa alueen vaurioita ehkäisevä vaikutus. Tutkimuksessa todettiin etupolven alueen murtumien ja nivelen turvotuksen olevan epätodennäköisempää niillä hevosilla, joilla on lievä etupolven valgus (Andersson ym. 2004).

Jalan palpaatiolla ja manipulaatiolla voidaan erottaa osa synnynnäisistä ja hankituista virheasunnoista (Bischofberger ja Auer 2018). Jos etupolven mediaalipuolelle kohdistetaan manuaalista painetta ja valgus-asento suoristuu, on tällöin todennäköisesti kyseessä ligamenttien löysyys (Bischofberger ja Auer 2018). Mikäli valgus-asento ei suoristu manipuloimalla, on kyseessä todennäköisesti hankittu virheasento (Auer ym. 1983).

### 3.2.2 Röntgentutkimus

Röntgenkuvaus on tärkeää etenkin vakavissa virheasunnoissa tai jos varsan lievä virheasento ei ole korjaantunut itsestään (Butler 2017). Röntgenkuvilla saadaan objektiivinen arvio jalkojen asunnoista ja se on tärkeää etenkin ennen kirurgista hoitoa (Bischofberger ja Auer 2018, García-López ja Parente 2011).

#### 3.2.2.1 Kuvaustekniikka

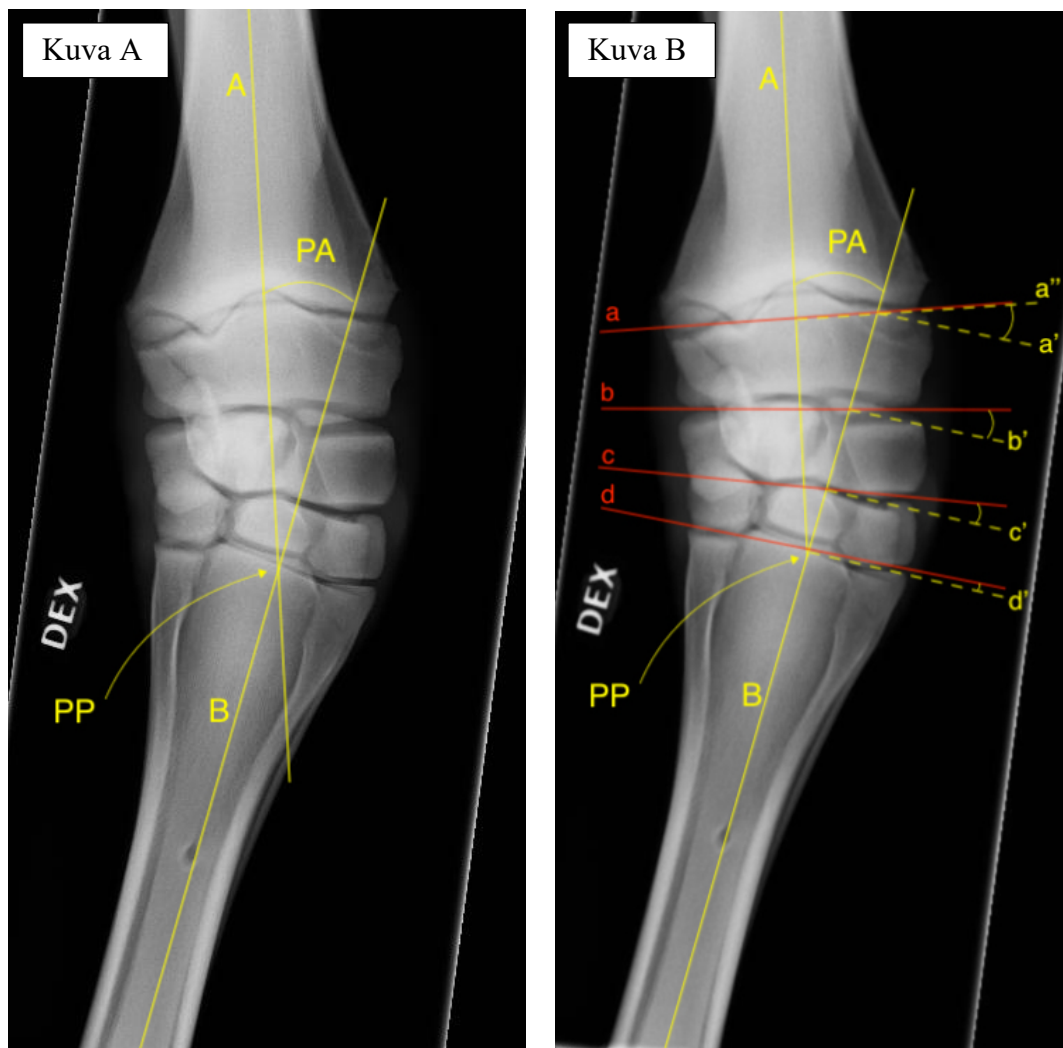
Röntgenkuvauksessa tulee huomioida se, että pienikin kuvaussuunnan muutos saattaa vaikuttaa arvioon jalan virheasennosta (Caron 1988, García-López ja Parente 2011) ja kontrollikuvissa tulee kuvausasennon olla sama kuin edellisillä kerroilla (Butler 2017). Etupolven aluetta kuvatessa kannattaa käyttää mahdollisimman pitkää röntgenkasettia, jotta

jalan proksimaali- ja distaaliosaa saadaan mahdollisimman paljon mukaan kuvaan (Butler 2017, Bischofberger ja Auer 2018). Etupolven valgus-asennon vakavuutta voi parhaiten arvioida dorsopalmaarisesta eli suoraan edestäpäin otetusta kuvaussuunnasta (Bischofberger ja Auer 2018). Kuvaussuunnan hahmottamista saattaa vaikeuttaa esimerkiksi jalan distaaliosan kiertyminen (Bischofberger ja Auer 2018).

### *3.2.2.2 Mittaukset*

Etupolven valguksessa virheasennon aste voidaan mitata piirtämällä linjat pituussuunnassa radiuksen ja etusääriluun keskeltä ja mittaamalla niiden välinen kulma linjojen kohtaamis pisteessä (kuva 3A) (Auer ym. 1983, Butler 2017). Linjojen kohtaamis pistettä kutsutaan pivot pointiksi (Auer ym. 1983, García-López ja Parente 2011). Pivot pointin sijainti antaa tietoa siitä, missä kohdassa virheasento on suurimmillaan (Bischofberger ja Auer 2018). Etupolven pikkuluissa virheasento voi olla kaikissa kolmessa nivelraossa tai vain yhdessä niistä sekä myös kasvulevyssä (Brauer ym. 1999). Edellä kuvailtu mittaustekniikka ja pivot pointin sijainti saattaa olla epätarkka ongelman sijainnin suhteen, mikäli ongelmia on useammassa kohdassa (Brauer ym. 1999), mutta pivot point osuu kuitenkin useimmiten siihen kohtaan, jossa ongelma on voimakkain (Caron 1988, García-López ja Parente 2011, Bischofberger ja Auer 2018).

Pivot pointista mitatun kulman suuruuden perusteella voidaan arvioida virheasennon vakavuus. Kayn ym. (2005) tutkimuksessa etupolven valguksen vakavuus määritettiin pivot pointista mitatun kulman avulla seuraavasti: 1-2° lievä, 2-4° kohtalainen ja yli 4° vakava. Tämä on ristiriidassa sen kanssa, että Auerin ym. (1983) mukaan 4° etupolven valgus katsotaan normaaliksi. Bussy ym. (2013) luokittelivat tutkimuksessaan 5-8,9° virheasennon lieväksi, 9-11,9° virheasennon kohtalaiseksi ja yli 12° virheasennon vakavaksi. Hoitoa käsiteltäessä on myös käytetty 10° lievän ja merkittävän valguksen rajana (Auer ja von Rechenberg 2006).



**Kuva 3.** Kahden kuukauden ikäisen varsan etupolvi kuvattuna dorsopalmaarisuunnassa. Lateraalipuoli kuvassa vasemmalla. Kuvassa A piirrettynä radiuksen ja etusääriluun keskikohtaan pituusakselin suuntaiset linjat A ja B, pivot point (PP) ja linjojen välinen kulma (PA). Kuvassa B esitetty Brauerin ym. (1999) kuvailema tekniikka jokaisen nivelraon ja kasvulevyn kulmien mittaukseen.

Brauerin ym. (1999) tutkimuksessa tutkittiin mittaustekniikkaa, jolla mitataan virheasennon vakavuutta sekä radiuksen distaalisessa kasvulevyssä että jokaisessa etupolven nivelraossa erikseen (Kuva 3B). Mittauksessa piirretään ensin samanlaiset linjat kuin pivot pointin määrittämisessä sekä radiuksen, että etusääriluun keskeltä ja sen jälkeen poikittaiset linjat radiuksen distaalisesta kasvulevystä sekä jokaisen karpaalinivelen kohdalle. Poikittaisten linjojen kulmaa verrataan pivot pointin linjojen kohtisuoraan tasoon, jolloin saadaan jokaisen

nivelraon ja kasvulevyn kulmautumiset erikseen. Tällä tekniikalla pystytään arvioimaan tarkemmin muutoksia virheasennossa esimerkiksi kirurgisen korjauksen jälkeen (Brauer ym. 1999).

### *3.2.2.3 Muut röntgenlöydökset*

Röntgenkuvista tulee pivot pointin sijainnin ja kulman lisäksi arvioida luuston rakenteelliset muutokset (Caron 1988). Radiuksen alueella saatetaan nähdä virheasennon kanssa samanaikaisesti muitakin röntgenologisia löydöksiä, kuten radiuksen distaalisen kasvulevyn fysiitti, etupolven pikkuluiden luutumattomuus, pikkuluiden epämuodostumat tai murtumat (Butler 2017), lateraalisen processus styloideuksen viivästynyt kehittyminen sekä atavismi eli täydellinen kyynärloo (Bischofberger ja Auer 2018).

Etupolven pikkuluiden luutumisaste voidaan jakaa neljään luokkaan (Adams ja Poulos 1988). Ensimmäisen asteen luutumisessa osassa pikkuluista ei ole lainkaan merkkejä luutumisesta (Kuva 4). Toisen asteen luutumisessa kaikki pikkuluut ovat osittain luutuneet, mutta etusääriluun proksimaalinen kasvulevy on avoinna. Kolmannen asteen luutumisessa kaikki pikkuluut ovat luutuneet, mutta ovat normaalia pienempiä, niiden reunat ovat pyöristyneitä ja etusääriluun proksimaalinen kasvulevy on sulketunut. Neljännen asteen luutumisessa ei ole puutoksia, pikkuluut ovat muodoltaan kuten aikuisella hevosella (Adams ja Poulos 1988).



**Kuva 4.** *Lateromediaalisuunnassa otettu röntgenkuva vastasyntyneen varsan etupolvesta, jossa nähdään pikkuluiden epätäydellinen luutuminen.*

Fysiitille tyypillisiä röntgenologisia muutoksia ovat kasvulevyn epänormaali leventyminen sekä luun epätasaisuus kasvulevyn epifyysin ja metafyyisin alueella (Butler 2017). Luun metafyyysi saattaa olla leventynyt ja epäsymmetrinen ja normaalia röntgentiiviimpi. Luun kuorikerros saattaa olla metafyyisin alueelta normaalia paksumpi. Kasvulevyn alueella voidaan havaita myös pehmytkudosturvotusta (Butler 2017). Röntgenologiset muutokset voivat olla osin pysyviä tai normalisoitua täysin (Bramlage 2011, Butler ym. 2017, Denoix ym. 2013a).

## 4 KONSERVATIIVINEN HOITO

Asentovirheen hoitotapa riippuu sen taustasyystä (Auer ym. 1982). Asentovirheiden hoidossa olennaista on tunnistaa tilanteet, jotka korjaantuvat itsestään ja olla puuttumatta niihin (Bischofberger ja Auer 2018). Varsan jalka-asennot saattavat muuttua kasvun myötä merkittävästikin (Andersson ja McIlwraith 2004) ja suurin osa vastasyntyneiden varsojen valgus-asentovirheistä korjaantuu itsestään kasvun edetessä (Robert ym. 2013). Toisaalta etupolven valguksen hoito tulee aloittaa ennemmin varhain kuin liian myöhään, sillä varsan kasvu on nopeimmillaan heti syntymän jälkeen ja alkaa sitten hidastua (Bramlage ja Auer 2006). Hoidossa on hoitotavasta riippumatta tärkeää seurata ja uudelleenarvioida tilannetta intensiivisesti (Bischofberger ja Auer 2018).

Konservatiivihoidon kuuluu liikunnan rajoittaminen, kavioiden vuolu sekä lastahoito. Useimmissa lievissä asentovirheissä minimaalinen hoito, eli liikunnan rajoittaminen ja tilanteen seuranta, on riittävää (Auer ym. 1983, García-López ja Parente 2011). Vakavissa asentovirheissä konservatiivihoidon voidaan käyttää myös kirurgisen hoidon tukena (Auer ym. 1983).

### 4.1 Liikunta

Karsinalevon tarkoituksena on vähentää liikkeen aiheuttamaa rasitusta kasvulevyyn (Witte ja Hunt 2009). Karsinalevosta voi olla apua alle 10° asentovirheissä (Auer ja von Rechenberg 2006). Karsinalevon pituus lievissä tapauksissa on usein 4-6 viikkoa ja mikäli tilanne ei ala selvästi parantua tänä aikana, tulee harkita kirurgista hoitoa (Auer ja von Rechenberg 2006). Karsinalepoon voidaan yhdistää lievissä tapauksissa myös kontrolloitu liikunta (Bischofberger ja Auer 2018). Tilannetta tulee hoidon aikana seurata intensiivisesti (Bischofberger ja Auer 2018).

Etupolven pikkuluiden luutumattomuudessa varsa tulee pitää ehdottomasti karsinalevossa kunnes luutuminen etenee loppuun asti (Bischofberger ja Auer 2018). Missään tapauksessa

näitä varsoja ei tule päästää laitumelle, sillä liika painoraskaus epätäydellisesti luutuneisiin pikkuluihin aiheuttaa niihin helposti epämuodostumia (Bischofberger ja Auer 2018).

Niveliä ympäröivien kudosten löysyys on yleensä itsestään rajoittuva tila, joka paranee varsan kasvun myötä (Bischofberger ja Auer 2018). Hoitona on kontrolloitu 10-20 minuutin kävelytys päivittäin, joka vahvistaa pehmytkudoksia (Bischofberger ja Auer 2018).

## 4.2 Ulkoinen tuki

Pikkuluiden luutumattomuudessa käytetään lasta- tai kipsihoitoa, kunnes täydellinen luutuminen saavutetaan (Bischofberger ja Auer 2018). Lastan tulee olla huolellisesti pehmustettu, sillä painevaurioita syntyy helposti etenkin papuluun alueelle (Bischofberger ja Auer 2018). Lastaa ei saisi laittaa vuohisen yli, sillä kokonaan jäykistetyssä jalassa pehmytosat heikentyvät ja se voi myöhemmin aiheuttaa ongelmia (Bischofberger ja Auer 2018). Lastat vaihdetaan vähintään 3-4 vuorokauden välein ja kipsi 10-14 vuorokauden välein (Bischofberger ja Auer 2018). Usein pikkuluiden luutuminen kestää 2-4 viikkoa (Bischofberger ja Auer 2018). Luutumisen edistymistä seurataan röntgenkuvin 2 viikon välein (Bischofberger ja Auer 2018). Lastahoidon jälkeen jalassa käytetään vielä tukisidettä 4-5 vuorokauden ajan ja sen jälkeen liikuntaa lisätään asteittain (Bischofberger ja Auer 2018). Mikäli virheasento johtuu jostain muusta, kuin etupolven pikkuluiden luutumattomuudesta, on lastahoito kontraindikoitua (Bischofberger ja Auer 2018).

Lastahoitoa ei tulisi käyttää niveliä ympäröivien kudosten löysyyden hoitoon, sillä se lisää kudosten löysyyttä eikä paranna sitä (Bischofberger ja Auer 2018). Lastahoito voi kuitenkin tulla kyseeseen, mikäli varsalla on erittäin vakava virheasento samanaikaisesti (Bischofberger ja Auer 2018).

#### 4.3 Kavioiden vuolu ja liimakenkä

Asentovirheiden tukihoitona voidaan käyttää myös varovaista kavion vuolua (Auer ja von Rechenberg 2006). Säännöllinen kavioiden vuolu tulisi tehdä noin 2-4 viikon välein (Witte ja Hunt 2009). Valgus-virheasennossa tarkoituksena on lyhentää kavion ulkoreunaa siten, että kavion sisäpuoli pääsee varaamaan painoa maahan ensimmäisenä (Auer ym. 1983, Auer ja von Rechenberg 2006). Asentovirheen korjaantuminen kaviota manipuloimalla saattaa kuitenkin kestää useita kuukausia (Auer ym. 1983). Vuolussa on riskinä kavion kehittyminen virheelliseen asentoon tai nivelrikko jalan alaosan niveliin (Auer ja von Rechenberg 2006). Tästä syystä vuolua tulisi käyttää hoitona korkeintaan muutamien viikkojen ajan (Auer ja von Rechenberg 2006).

Mikäli asentovirhe on kohtalainen, voidaan sitä yrittää korjata liimakengän avulla (Auer ja von Rechenberg 2006, García-López ja Parente 2011). Liimakenkä asetetaan koko kavion alueelle ja siitä jatketaan uloke asentovirheestä riippuen toiselle puolelle kaviota. Valgus-virheasennossa liimakenkä sijoitetaan kavion sisäsivulle (Auer ja von Rechenberg 2006). Liimakengän avulla voidaan myös välttää liiallinen kavion vuolu (Witte ja Hunt 2009). Liimakenkää ei tulisi käyttää ainoana hoitomuotona vakavissa virheasunnoissa, sillä liiallinen kavion manipulointi altistaa nivelrustovauriolle (Auer ja von Rechenberg 2006).

#### 4.4 Shockwave-paineaaltohoito

Bussy ym. (2013) tutkivat etupolven valguksen hoitoa shockwave-paineaaltohoidolla. Tutkimus tehtiin 64 varsalla, joiden virheasennon suuruus oli 5-21,6°. Varsat olivat iältään 8-60 päivän ikäisiä. Paineaaltohoitoa annettiin radiuksen distaalisen diafyysin ja metafyysin mediaalipuolelle eli kuperalle puolelle tarkoituksena hidastaa kasvua. Hoitoa jatkettiin 10 päivän välein ja samalla virheasentoa ja sen korjaantumista seurattiin röntgenkuvien avulla. Lievät (5-8,9°) ja kohtalaiset (9-11,9°) virheasennot suoristuivat kaikilla varsoilla siten, että pivot pointista mitattuna kulma oli hoidon jälkeen alle 5°. Vakavista (12-21,6°) virheasunnoista 33%:lla lopullinen etupolven virheasento jäi yli 5° suuruiseksi (Bussy ym. 2013).



## 5 KIRURGINEN HOITO

Kirurgista hoitoa suositellaan silloin kun virheasento on niin vakava, että se ei todennäköisesti suoristu itsestään huomioiden varsan jäljellä oleva kasvupotentiaali. Kirurginen hoito voi tulla kyseeseen myös, mikäli virheasennon korjaantuminen itsestään vaikuttaa tapahtuvan liian hitaasti tai mikäli virheasento aiheuttaa sekundäärisiä vaurioita (Bramlage ja Embertson 1990). Kirurgisen hoidon tulokset ovat sitä parempia ja nopeampia, mitä nuoremmalla varsalla toimenpide tehdään (Auer ym. 1983, García-López ja Parente 2011). Varsan kasvaessa kasvaa myös riski sille, että virheasento ei suoristu enää täydellisesti (Auer ym. 1983). Kirurgisella hoidolla voidaan joko yrittää stimuloida kasvulevyn hitaammin kasvavaa puolta tai lukita nopeammin kasvava puoli erilaisin tekniikoin (García-López ja Parente 2011). Edellä mainitut tekniikat tulevat kyseeseen ainoastaan, mikäli kasvu ei ole vielä päättynyt. Tekniikan valintaan vaikuttaa varsan ikä ja virheasennon vakavuus (García-López ja Parente 2011). Vakavissa virheasunnoissa voidaan käyttää edellä mainittujen tekniikoiden yhdistelmiä, mikä saattaa nopeuttaa korjaantumista (Bischofberger ja Auer 2018).

### 5.1 Kasvun hidastaminen

Silloitustekniikoita (transphyseal bridging) käytetään kasvun väliaikaiseen hidastamiseen (García-López ja Parente 2011). Asentovirheen kuperalle puolelle, eli etupolven valguksessa mediaalipuolelle asetetaan implantit, jotka silloittavat kasvulevyn alueen väliaikaisesti (Bischofberger ja Auer 2018). Tarkoituksena on, että vastakkainen puoli jatkaa kasvuaan ja jalka suoristuu (Bischofberger ja Auer 2018). Kasvua hidastavaa tekniikkaa käytetään joko nuorilla varsoilla (<3 kk), joilla on vakava virheasento tai sellaisilla varsoilla, joilla on merkittävä virheasento vielä nopean kasvun vaiheen jälkeen (radiuksen kohdalla yli 6 kk iässä) (Auer ja von Rechenberg 2006, García-López ja Parente 2011, Bischofberger ja Auer 2018). Kasvua hidastavilla tekniikoilla on paras teho silloin, kun varsan kasvu on voimakkaimmillaan (Auer ym. 1983). Kasvua hidastavat tekniikat saattavat johtaa siihen, että jalasta jää hieman normaalia lyhyempi, mutta tällä ei usein ole kliinistä merkitystä (Auer ym. 1983).

Ensimmäinen kasvua hidastava tekniikka oli kasvulevyn yli asetettava metalliniitti (Carlson ym. 1972), mutta tekniikka ei ole enää käytössä. Niittitekniikalla oli yleensä huono kosmeettinen lopputulos (Bischofberger ja Auer 2018). Niittitekniikan komplikaationa oli usein myös niitin läpäiseminen niveleen tai kasvulevyyn (Auer ym. 1983). Niittien poistaminen vaatii myös isomman viillon ja se pitää irrottaa luusta taltalla (Auer ym. 1983).

Seuraavaksi alettiin käyttää ruuveja ja serklaasia ja vielä uudempana yksittäistä kasvulevyn lävistävää ruuvia. Vanhemmilla varsoilla voidaan käyttää myös kasvulevyn yli asetettavaa levyä (Bischofberger ja Auer 2018). Yleisimmin radiuksen distaalisen kasvulevyn silloitukseen käytetään ruuveja ja serklaasia (Auer ja von Rechenberg 2006).

#### 5.1.1 Ruuvit ja serklaasit

Ruuvien ja serklaasien asettamisleikkaus kestää muihin tekniikoihin verrattuna suhteellisen kauan, mutta tulokset ovat yleensä hyviä (Auer ym. 1983). Leikkaustekniikka on kuvailtu kirjassa Bischofberger ja Auer (2018). Implantit asennetaan kahdesta pienestä viillosta, joista toinen tehdään epifyysin keskelle ja toinen kasvulevystä proksimaalisesti. Viiltojen välillä oleva pehmytkudos erotetaan luukalvosta suonipihdeillä ja molemmista viilloista porataan 4,5 mm kortikaaliruuvit. Ruuveja ei alussa kiristetä maksimaalisesti. Proksimaalisesta aukosta asetetaan serklaasi eli vaijeri, joka kierretään distaalisen ruuvin ympäri ja kiristetään proksimaalisen ruuvin kohdalla päistä yhteen (Kuva 5). Tarvittaessa voidaan käyttää myös kaksinkertaista serklaasia. Tämän jälkeen kortikaaliruuvit kiristetään, jolloin metallilankakin kiristyy vielä jonkin verran. Viillot suljetaan yksittäisillä ompeleilla. Alueella käytetään kevyttä sidettä 10 päivän ajan (Bischofberger ja Auer 2018). Tekniikan etuna on välitön paineen lisääntyminen kasvulevyssä, mikä saa aikaan kasvun hidastumisen nopeammin, kuin esimerkiksi niittien käyttö (Auer ym. 1983).

Ruuveja ja serklaaseja käytettäessä on todettu komplikaatioina serklaasin katkeaminen, kosmeettinen haitta sekä ruuvin taipuminen tai katkeaminen (Auer ym. 1983). Lisäksi implanttien poiston yhteydessä on ollut vaikeuksia löytää ruuvin päätä poiston yhteydessä, tai ruuvin pää on rikkoutunut (Auer ym. 1983).



**Kuva 5.** *Yliopistollisessa eläinsairaalassa serklaasitekniikalla operoidun varsan etupolvesta dorsopalmaarisuunnassa otettu röntgenkuva. Lateraalipuoli on vasemmalla. Kuva on otettu kahden viikon kuluttua operaatiosta.*

### 5.1.2 Kasvulevyn ruuvaus

Kasvulevyn ruuvaus eli single transphyseal screw -tekniikka on kuvailtu esimerkiksi Kayn ym. (2005) julkaisussa ja vastaavanlaisena sen on kuvaillut edelleen Bischofberger ja Auer 2018. Radiuksen distaalisen kasvulevyn proksimaalipuolelle (10-12 mm) tehdään pieni viilto luukalvoon saakka. Luukalvoa kohotetaan viillon ympäriltä ja yksittäinen 4,5 mm kortikaaliruuvi asetetaan metafyysistä kasvulevyn läpi epifyysiin. Ruuvien tulisi sijoittua kasvulevyn uloimpaan neljännekseen ja sen tulisi olla riittävän kohtisuoraan kasvulevyyn nähden. Ruuvien suuntauksessa voidaan käyttää apuna röntgenkuvantamista. Ruuvien päätä pyritään upottamaan hieman, mutta liiallinen upottaminen voi vaikeuttaa ruuvien poistoa myöhemmin sekä aiheuttaa pysyviä kosmeettisia muutoksia. Alle 8 viikon ikäisille varsoille voidaan käyttää myös ohuempaa 3,5 mm kortikaaliruuvia. Viilto suljetaan kahdessa kerroksessa (luukalvo ja iho). Luukalvon sulkeminen ruuvien päiden yli saattaa johtaa uudisluun muodostukseen, mutta toisaalta suojaa ruuvien päitä tulehtumiselta. Tällä tekniikalla saatetaan saavuttaa hieman nopeampi virheasennon korjaantuminen kuin serklaasitekniikalla. Radiuksen distaalisen kasvulevyn ruuvaaminen altistaa septiselle fysiitille ja metafyysin kollapsille (Bischofberger ja Auer 2018). Modesto ym. (2015) tutkivat single transphyseal screw -tekniikan käyttöä seisovalla hevosella ja toimenpiteessä ei todettu vakavia komplikaatioita.

Tutkimustulokset etupolven valguksen hoidosta kasvulevyn ruuvauksella ovat olleet hyviä. Grayn ym. (2018) tutkimuksessa operoitiin kyseisellä tekniikalla 10 varsaa, joilla oli  $>10^\circ$  etupolven valgus. Varsat operoitiin keskimäärin 47 vuorokauden iässä ja implantti poistettiin keskimäärin 35 vuorokauden kuluttua ensimmäisestä leikkauksesta. Implanttien poiston aikaan kaikilla varsoilla valgus-aste oli  $1-5^\circ$  (Gray ym. 2018), eli asento oli normaali tai lähes normaali. Kayn ym. (2005) tutkimuksessa operoitiin etupolven valgus-virheasentoja single transphyseal screw-tekniikalla 92 varsalta keskimäärin 377 vuorokauden iässä. Tutkimuksen tuloksissa ei ole eritelty distaalisen radiuksen toimenpiteitä, mutta kokonaisuudessaan 96%:lla tulos oli hyvä tai tyydyttävä (Kay ym. 2005).

Infektiot ovat harvinaisia, mutta kasvulevyn ruuvauksen yhteydessä saattaa tulla septinen fysiitti, jolloin implantti tulee poistaa viipymättä (Auer ym. 1983, Bischofberger ja Auer 2018).

Carlson ym. (2012) vertasivat komplikaatioita 568 täysiverivarsalla etupolven virheasentojen hoidossa single transphyseal screw-tekniikan sekä ruuvi ja serklaasi-tekniikan välillä. Single transphyseal screw-tekniikalla hoidettiin 315 varsaa ja ruuveilla ja serklaasilla 253 varsaa. Molemmissa toimenpiteissä esiintyi yhtä paljon hoitoa vaativia infektioita, asennon ylikorjaantumista sekä serooman muodostumista, jotka olivat kaikki kuitenkin suhteellisen harvinaisia. Hoitoa vaativa fysiitti oli yleisempää single transphyseal screw -tekniikalla (17,1 %) kuten myös metafyysin luhistuminen (4,4%). Ruuvi ja serklaasi-tekniikalla kollapsia ei todettu ollenkaan ja fysiittiä vain 7,5%:lla. Kollapsoituminen tapahtui vasta 2-5 kuukautta implantin poiston jälkeen ja osa niistä hevosista ei enää toipunut kilpailukuntoon. Single transphyseal screw -tekniikalla tulee todennäköisesti pienempi kosmeettinen haitta (Carlson ym. 2012). Kayn ym. (2005) tutkimuksessa kasvulevyn ruuvauksella kosmeettinen lopputulos oli optimaalinen 77%:lla tapauksista. Gray ym. (2018) tutkimuksessa kasvulevyn ruuvauksella operoiduista varsoista yhdellä kymmenestä todettiin komplikaationa infektio.

### 5.1.3 Levy

Radiuksen distaalisen kasvulevyn yli voidaan laittaa myös 4- tai 5-reikäinen levy, joka kiinnitetään päistä 3,5 mm kortikaaliruuveilla (Bischofberger ja Auer 2018). Kasvulevyn alueelle tehdään joko yksi kaareva viilto tai sen molemmin puolin kaksi pientä viiltoa, joista muotoiltu levy asetetaan paikoilleen. Ruuvit asetetaan levyn päissä oleviin reikiin ja ruuveja kiristetään vuorotellen, kunnes niiden kannat ovat levyn tasossa. Etenkin distaalisen ruuvin tulee olla hyvin kiristetty, jotta sen pää ei osu kollateraaliligamenttiin. Viillot suljetaan kahdessa kerroksessa (ihonalaiskudos ja iho) ja jalassa pidetään tukisidettä 2 viikon ajan (Bischofberger ja Auer 2018). Levy on serklaasia parempi siinä mielessä, että se ei rikkoudu yhtä helposti kuin vaijeri, mutta on myös kalliimpi (Auer ym. 1983).

### 5.1.4 Implanttien poisto

Kirurgian jälkeen tilannetta tulee seurata tiheästi, jotta voidaan välttää virheasennon ylikorjaantuminen (Bischofberger ja Auer 2018). Röntgenkuvat tulisi ottaa vähintään kuukausittain (Bischofberger ja Auer 2018). Asento korjaantuu vielä jonkin verran implanttien

poiston jälkeen, joten ne tulee poistaa hieman ennen kuin jalka on täysin suora (Bischofberger ja Auer 2018). Molemmipuolisessa kirurgisesti korjatussa virheasennossa implantit poistetaan tarvittaessa kahdessa eri leikkauksessa, jotta poistoaika on optimaalinen kummallekin raajalle. Muuten riskinä on toisen jalan ylikorjaantuminen ja toisen alikorjaantuminen (García-López ja Parente 2011, Bischofberger ja Auer 2018). Yksittäinen kasvulevyn läpäisevä ruuvi voidaan joissain tapauksissa poistaa myös seisovalta hevoselta rauhoituksessa ja paikallispuudutuksessa (Kay ym. 2005). Kasvulevyn ruuvausta on tutkittu myös itsestään sulavilla ruuveilla, jolloin ei tarvita uusintaleikkausta niiden poistoon (Wall ym. 2010).

Yleisesti tekniikoissa, joissa implantit tulee poistaa, esiintyy silloin tällöin komplikaationa ruuvien pään tai muun osan rikkoutuminen, joka vaikeuttaa sen poistoa (Kay ym. 2005). Kasvua hidastavissa tekniikoissa asennon ylikorjaantuminen on mahdollista, mutta harvinaista (Auer ym. 1983). Asennon ylikorjaantuminen on yhtä todennäköistä kaikilla kasvua hidastavilla tekniikoilla, mikäli implantteja ei poisteta oikeaan aikaan (Kay ym. 2005).

## 5.2 Kasvun kiihdyttäminen

### 5.2.1 Luukalvon irrotus

Luukalvon irrottamiseen perustuva hemicircumferential periosteal transection and elevation -toimenpide (HCPTE) on raportoitu ensimmäisen kerran 1980-luvulla (Auer ym. 1982) ja tekniikka on pysynyt käytännössä samana siitä lähtien (Bischofberger ja Auer 2018). Tekniikka on modifioitu aiemmista kasvua kiihdyttävistä tekniikoista. Luukalvon irrotus voidaan tehdä 2 viikon ikäiselle tai vanhemmalle varsalle. Mitä aiemmin toimenpide tehdään, sitä nopeammin asento korjaantuu. Toimenpiteen tekeminen hyvin nuorelle varsalle saattaa johtaa siihen, että myös niitä varsoja leikataan, jotka olisivat parantuneet konservatiivihoidolla. Tämän takia pitäisi odottaa neljän viikon ikään ennen kuin ryhdytään leikkaushoitoon, paitsi jos virheasento on erittäin vakava ( $>10^\circ$ ). Luukalvon irrotuksen vaikutus kestää 2 kuukautta, jonka aikana luukalvo kasvaa umpeen. Asennon ylikorjaantuminen ei ole mahdollista tällä tekniikalla (Auer ym. 1983, Bertone ym. 1985, Bischofberger ja Auer 2018).

Luukalvon irrotus tehdään jalan koveralle puolelle, eli etupolven valguksessa lateraalipuolelle (Auer ym. 1982). Periaatteena on vähentää staattista painetta kasvulevyn alueella, jotta lateraalipuolen kasvu nopeutuisi. Leikkauksessa tehdään 3 cm pystysuora viilto yhteisen- ja lateraalisen ojentajajänteen väliin 4-5 cm radiuksen distaalisesta kasvulevystä proksimaalisesti. Viiltoa jatketaan luukalvoon saakka. Ihonalaiskudos ja jänteet erotellaan luukalvosta viillon distaaliosassa ja alueelle tehdään skalpellilla ylösalaisin olevan T-kirjaimen muotoinen viilto luukalvoon. Luukalvoa kohotetaan T-viillon molemmin puolin siten, että kohotetut osat ovat muodoltaan kolmiot. Kohotetut luukalvon osat palautetaan takaisin luun pinnalle. ihonalaiskudos ja iho suljetaan jatkuvalla ompeleella. 20%:lla varsoista ulnan jäänne on luutunut ja pitää poistaa, sillä se saattaa hidastaa kasvua koveralla puolella (Bischofberger ja Auer 2018). Vaikutuksen kestoa voidaan pidentää poistamalla luukalvofläpit (Auer ym. 1983). Toimenpiteen yhteydessä tulee varoa ojentajajänteitä ja osumista niihin (Auer ym. 1982).

Toimenpiteen jälkeen jalassa käytetään tukisidettä yhteensä 10 päivän ajan ja varsaa pidetään karsinalevossa 2 viikon ajan (Bischofberger ja Auer 2018). Vuonna 1982 karsinalevon pituudeksi suositeltiin yhtä kuukautta (Auer ym. 1982). Samanaikainen kavionvuolu voi tehostaa kirurgian vaikutusta (Bischofberger ja Auer 2018). Mikäli virheasento ei korjaannu ensimmäisen toimenpiteen jälkeen, voidaan toimenpide uusia (Auer ym. 1982). Suurin osa virheasennosta korjaantuu 2 kuukauden aikana (Auer ym. 1982).

Luukalvon irrotuksen tarpeellisuudesta on keskusteltu. Readin ym. 2002 tutkimuksessa todettiin, että virheasento korjaantui yhtä hyvin konservatiivihoidolla kuin luukalvon irrotuksella. Tosin tutkimuksessa oli ainoastaan 10 varsaa ja virheasennot olivat kokeellisesti aiheutetut. Myös Baker ym. (2015) vertasivat luukalvon irrotusta konservatiivihoidon molemmin puolissa etupolven valguksissa yhdeksällä varsalla. Virheasennot suoristuivat yhtä hyvin riippumatta siitä, tehtiinkö niille luukalvon irrotus vai ei (Baker ym. 2015).

Etuna luukalvon irrotuksessa verrattuna kasvua hidastaviin tekniikoihin on esimerkiksi, että tekniikka on yksinkertainen ja siihen ei vaadita levyä ja ruuveja (Auer ym. 1982). Lisäksi toimenpide on vähemmän traumaattinen, kuin kasvua hidastavien implanttien käyttö, yleensä vaaditaan vain yksi leikkaus ja virheasento korjaantuu nopeasti (Auer ym. 1982).

Toimenpide ei yleensä aiheuta uudisluun muodostusta. Luukalvon irrotuksessa on pienempi infektioriski kuin kasvua hidastavissa tekniikoissa, joissa käytetään implantteja (Auer ym. 1982). Luukalvon irrotuksen yhteydessä on kuvailtu yksi ojentajajänteen jännetupen septinen tulehdus (Bischofberger ja Auer 2018). Luukalvon irrotuksen komplikaationa on todettu kosmeettista haittaa leikkausalueella 19 %:lla potilaista (Bertone ym. 1985).

### 5.2.2 Kasvulevyn stimulaatio

Colles (2008) tutki toista kasvua kiihdyttävää tekniikkaa, jossa kasvulevyä stimuloidaan kirurgisesti. Kasvua stimuloiva toimenpide tehtiin koveralle puolelle, eli etupolven valguksessa lateraalipuolelle. Potilaille tehtiin kasvulevyn stimulaatiota kahdella erilaisella tekniikalla. Kuudelle varsalle tehtiin pelkkä viuhkamainen viilto skalpellilla kasvulevyyn ja 13 varsalle tehtiin rauhoituksessa ja paikallispuudutuksessa neulanpistoja kasvulevyyn. Edellä kuvatuilla tekniikoilla ei todettu olevan eroa parantumisessa ja kaikissa tapauksissa virheasento alkoi korjaantua noin kahdessa viikossa. Vakavissa tapauksissa virheasento ei korjaantunut yhdellä hoitokerralla vaan vasta toisella (Colles 2008).



## 6 ENNUSTE

Pivot pointin sijainti vaikuttaa ennusteeseen. Jos pivot point sijaitsee etupolven pikkuluiden kohdalla, on ennuste usein huonompi, kuin pivot pointin sijaitessa radiuksen distaalisen kasvulevyn kohdalla (Caron 1988). Etupolven pikkuluiden luutumattomuus on merkittävin yksittäinen ennusteeseen vaikuttaja tekijä (Caron 1988). Etupolven asentovirheen kanssa samanaikaisesti todetut pikkuluiden epämuodostumat tai puutteellinen luutuminen heikentävät ennustetta (García-López ja Parente 2011). Pikkuluiden epätäydellinen luutuminen tulisi todeta ja hoito aloittaa erittäin varhain, jotta hyvä lopputulos olisi mahdollista (Butler 2017). Pikkuluiden epämuodostumilla on huono ennuste (Butler 2017).

HCPTE:llä hoidettujen varsojen jalka-asennoista tuli toimenpiteen jälkeen vähintään hyviä tai erinomaisia (Auer ym. 1982). Santschin ym. (2006) tutkimuksessa 94%:lla varsoista todettiin etupolven valgus ensimmäisen elinviikon aikana. Osa varsoista hoidettiin kirurgisesti eri tekniikoilla, eri ikäisinä ja näistä varsoista vain 8%:lla todettiin etupolven valgus vuoden iässä.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Etupolven valgukseen johtavat etiologiset tekijät tunnetaan kohtalaisen hyvin. Taustasyiden merkitys on oleellista etenkin silloin, kun kyseessä on etupolven pikkuluiden luutumattomuus tai niveliä ympäröivien kudosten löysyys, sillä nämä kaksi taustatekijää vaikuttavat eniten hoitoon. Pikkuluiden luutumattomuutta tulee hoitaa välittömästi lastahoidolla ja ehdottomalla karsinalevolla, kun taas niveliä ympäröivien kudosten löysyydessä lastahoito on vasta-aiheista ja hoitona on säännöllinen lyhytaikainen kävelytys. Muissa tapauksissa tilannetta voidaan usein seurata, etenkin virheasennon ollessa lievä.

Hoidon valintaan vaikuttaa virheasennon taustatekijät sekä vakavuus. Eri lähteissä on esitetty ristiriitaista tietoa etupolven valguksen vakavuuden arvioimisesta. Kayn ym. (2005) tutkimuksessa etupolven valguksen vakavuus määritettiin pivot pointista mitatun kulman avulla seuraavasti: 1-2° lievä, 2-4° kohtalainen ja yli 4° vakava. Kuitenkin Auerin ym. (1983) mukaan 4° etupolven valgus katsotaan normaaliksi ja sillä on todettu olevan jopa suotuisia vaikutuksia etupolven alueen vaurioiden ehkäisyssä (Andersson 2004). Bussy ym. (2013) luokittelivat tutkimuksessaan 5-8,9° virheasennon lieväksi, 9-11,9° virheasennon kohtalaiseksi ja yli 12° virheasennon vakavaksi. Mielestäni Byssyn ym. (2013) luokittelu vaikuttaa realistiselta, sillä kirjallisuudessa on käytetty myös 10° pivot kulmaa lievän ja merkittävän valguksen rajana hoitoa suunniteltaessa (Auer ja von Rechenberg 2006).

Lievisissä, eli noin alle 10° valgus-virheasunnoissa voi asennon korjaantumisiksi riittää konservatiivihoido. Shockwave-paineaaltohoitoa on tutkittu yhdessä tutkimuksessa kasvua hidastavana toimenpiteenä (Bussy ym. 2013). Tutkimuksessa oli yhteensä 64 varsaa, joiden virheasennot olivat lieviä, kohtalaisia tai vakavia. Virheasennot suoristuivat kahdella kolmasosalla varsoista alle 5° suuruisiksi, eli normaaleiksi. Vaikka tutkimuksessa oli kohtuullinen määrä potilaita, oli osa varsoista kuitenkin hyvin nuoria. Myöskään verrokkiryhmää ei ollut, joten emme voi tietää, olisiko osa virheasunnoista suoristunut yhtä hyvin myös ilman hoitoa. Toisaalta toimenpide ei vaadi anestesiaa ja komplikaatiot ovat oletettavasti vähäisiä, joten suurta haittaa paineaaltohoidosta tuskin on, etenkin lievisissä virheasunnoissa tai muun konservatiivihoidon lisänä.

Leikkaushoidon suunnittelussa tulee ottaa huomioon eri tekniikoiden ennuste sekä komplikaatiot. Kasvulevyn ruuvausta on tutkittu vakavien etupolven valgus-virheasentojen hoidossa. Grayn ym. (2018) tutkimuksessa operoitiin kyseisellä tekniikalla 10 varsaa, joilla oli  $>10^\circ$  etupolven valgus. Kaikkien tutkimuksessa olleiden varsojen valgus suoristui normaaliksi tai lähes normaaliksi ( $1-5^\circ$ ) (Gray ym. 2018). Tutkimuksen potilasmäärä oli kuitenkin melko pieni, joten esimerkiksi komplikaatioiden määrää on vaikea arvioida. Kayn ym. (2005) tutkimuksessa operoitiin etupolven valgus-virheasentoja kasvulevyn ruuvauksella 92 varsalta keskimäärin 377 vuorokauden iässä. Keski-ikä varsojen operointiin oli melko korkea, mutta kuitenkin ennen radiuksen distaalisen kasvulevyn sulkeutumisaikaa. Virheasennot suoristuivat erinomaisesti.

Komplikaatioita on vertailtu etenkin ruuvien ja serklaasin sekä kasvulevyn ruuvauksen välillä. Calson ym. (2012) tutkimuksessa oli 568 varsaa, joiden etupolven virheasentoja oli hoidettu kirurgisesti edellä mainituilla tekniikoilla. Tutkimuksessa oli kuitenkin enemmän etupolven varus-virheasentoja (71,7%), joka saattaa johtua siitä, että varus-asento altistaa vaurioille valgusta enemmän, jolloin sitä hoidetaan ehkä herkemmin (Carlson ym. 2012). Kuitenkin komplikaatiot ovat todennäköisesti melko samankaltaiset riippumatta siitä tehdäänkö toimenpide etupolven mediaali- vai lateraalipuolelle. Lieviä komplikaatioita esiintyi yhtä paljon kummallakin tekniikalla, mutta vakavia komplikaatioita (fysiitti, kasvulevyn luhistuminen) selvästi enemmän kasvulevyn ruuvauksella. Tähän voisi mahdollisesti olla syynä se, että kasvulevyn läpi kulkeva ruuvi aiheuttaa trauma suoraan kasvulevyyn ja näin ollen heikentää rakennetta ja altistaa vakavammille komplikaatioille. Vakavien komplikaatioiden myötä osa hevosista ei toipunut kilpailukuntoon ja pitäisin tätä merkittävänä tekniikan valintaan vaikuttavana tekijänä. Kosmeettiselta lopputulokseltaan kasvulevyn ruuvauksen on todettu olevan erinomainen vaihtoehto. Kosmeettinen lopputulos saattaa osaltaan vaikuttaa varsan myyntiin tulevaisuudessa, joka tulee myös ottaa huomioon tekniikan valinnassa.

Tekniikan valinnassa tulee huomioida myös mahdolliset implanttien poistoleikkauksesta aiheutuvat kulut. Mikäli kuluissa halutaan näiltä osin säästää, on vaihtoehtona myös kasvua kiihdyttäviä tekniikoita. Toisaalta yksittäinen ruuvi voidaan joissakin tapauksissa poistaa myös seisovalta hevoselta ja kasvua kiihdyttävissä tekniikoissa toimenpide voidaan joutua uusimaan.

Kasvua kiihdyttävää luukalvon irrotus-tekniikkaa ja sen tarpeellisuutta on tutkittu. Auer on kehittänyt tekniikan 1980-luvulla, tekniikka on siitä lähtien pysynyt käytännössä ennallaan ja hoitotulokset ovat olleet hyviä (Auer ym. 1982). Kuitenkin Auerin ym. (1982) tutkimuksessa oli vain kuusi shetlanninponivarsaa, joiden virheasennot aiheutettiin tekemällä luukalvon irrotus etupolven mediaalipuolelle. Read ym. (2002) tutkivat virheasennon korjaantumista molemminpuolisessa etupolven valgus-virheasennossa siten, että toiseen jalkaan tehtiin luukalvon irrotus ja toiseen ei mitään kirurgista toimenpidettä. Tässä tutkimuksessa virheasennot suoristuivat yhtä hyvin sekä pelkällä konservatiivihoidolla kuin luukalvon irrotuksella. Tutkimuksessa oli tosin vain 10 varsaa ja virheasennot oli aiheutettu varsoille kokeellisesti. Samankaltaisia tuloksia saatiin myös Bakerin ym. (2015) tutkimuksessa, jossa oli yhdeksän varsaa ja molemminpuolinen etupolven valgus. Kasvun kiihdyttäminen luukalvon irrotuksella vaatisi laajempia tutkimuksia, joissa olisi myös verrokkiryhmä, sekä sellaisia potilaita joilla ei ole keinotekoisesti aiheutettu virheasento. Tällaisen tutkimuksen tekeminen on kuitenkin haastavaa, sillä virheasennon korjaamisen mahdollinen viivästyminen verrokkiryhmän hevosilla voisi merkittävästi haitata niiden elämää jatkossa.

Kasvulevyn stimulaatiota viiltämällä tai neulanpistoilla on tutkittu yhdessä tutkimuksessa (yhteensä 19 varsalla), jossa tulokset olivat hyviä (Colles ym. 2008). On kuitenkin huomioitavaa, että tekniikkaa ei ole tutkittu enempää ja sen toteaminen hyödylliseksi vaatisi lisätutkimuksia laajemmalla potilasmäärällä.

Tutkimusten perusteella tulee vaikutelma, että lievät virheasennot nuorella varsalla suoristuvat hyvin myös pelkällä konservatiivihoidolla ja toisaalta vakavammatkin suoristuvat hyvin kirurgisella hoidolla. Olemassa olevien tutkimusten perusteella on vaikea määrittää tarkkoja raja-arvoja siihen, minkä asteiset etupolven asentovirheet tulisi hoitaa milläkin tekniikalla ja missä iässä. Oleellista on se, että etupolven valguksen hoito tulee ajoittaa siten, että varsalla on vielä kasvupotentiaalia jäljellä. Lisäksi tulee huomioida, että mahdollinen etupolven pikkuluiden luutumattomuus tai epämuodostumat vaativat välitöntä hoitoa.

## 8 KIRJALLISUUSLUETTELO

Adams R, Poulos P. A skeletal ossification index for neonatal foals. *Vet Radiol* 1988, 29(3):217-222.

Andersson TM, McIlwraith CW. Longitudinal development of equine conformation from weanling to age 3 years in the Thoroughbred. *Equine Vet J* 2004, 36(7):563-570.

Andersson TM, McIlwraith CW, Douay P. The role of conformation in musculoskeletal problems in the racing Thoroughbred. *Equine Vet J* 2004, 36(7):571-575.

Auer JA, Martens RJ, Williams EH. Periosteal transection for correction of angular limb deformities in foals. *J Am Vet Med Assoc* 1982, 181(5):459-466.

Auer JA, von Rechenberg B. Treatment of angular limb deformities in foals. *Clin Tech Equine Pract* 2006, 5(4):270-281.

Auer JA, Martens RJ, Morris EI. Angular limb deformities in foals, Part II. Developmental factors. *Compend Contin Educ Pract Vet* 1983, 5:\$27- \$35.

Baker WT, Slone DE, Ramos JA, Santschi EM, Lord LK, Adams SB, Lynch TM, Hughes FE. Improvement in bilateral carpal valgus deviation in 9 foals after unilateral distolateral radial periosteal transection and elevation. *Vet Surg* 2015, 44:(5):547-550.

Bertone AL, Turner AS, Park RD. Periosteal transection and stripping for treatment of angular limb deformities in foals: Clinical observations. *J Am Vet Med Assoc* 1985, 187(2):145-152.

Bischofberger AS, Auer JA. Angular limb deformities. Teoksessa: Auer JA, Stick JA (toim.) *Equine surgery*. 4. p. W. B. Saunders, Philadelphia, Yhdysvallat. 2012. 1201-1221.

Bramlage LR. Clinical commentary. Physitis in the horse. *Equine Vet Educ* 2011, 548-552.

Bramlage LR, Auer JA. Diagnosis, assessment, and treatment strategies for angular limb deformities in the foal. *Clin Tech Equine Pract* 2006, 5(4):259-269.

Bramlage LR, Embertson RM. Observations on the evaluation and selection of foal limb deformities for surgical treatment. *Proc Am Ass Equine Practnrs* 1990, 36:273-279.

Brauer TS, Booth TS, Riedesel E. Physeal growth retardation leads to correction of intracarpal angular deviations as well as physeal valgus deformity. *Equine Vet J* 1999, 31(3):193-196.

Bussy C, Auzas F, Muñoz JA. Clinical use of extracorporeal shockwave therapy (ESWT) for the treatment of carpus valgus deformities in young foals: A retrospective study of 64 cases (2006-2009). *Open J Vet Med* 2013, 3:46-51.

Butler J. The carpus and antebrachium. Teoksessa: Butler J, Colles C, Dyson S, Kold S, Poulos P (toim.) *Clinical radiology of the horse*. 4. p. John Wiley & Sons, Incorporated 2017, 259-299.

Butler J, Colles C, Dyson S, Kold S, Poulos P. General Principles. Teoksessa: Butler J, Colles C, Dyson S, Kold S, Poulos P (toim.) *Clinical radiology of the horse*. 4. p. John Wiley ja Sons, Incorporated 2017, 1-40.

Carlson ER, Bramlage LR, Stewart AA, Embertson RM, Ruggles AJ, Hopper SA. Complications after two transphyseal bridging techniques for treatment of angular limb deformities of the distal radius in 568 Thoroughbred yearlings. *Equine Vet J* 2012, 44(4):416-9.

Carlson RL, Lohse CL, Eld LA, Hughbanks FG. Correction of angular limb deformities by physeal stapling. *Mod Vet Pract* 1972, 53(8):41-42.

Coleman MC, Whitfield-Cargile C. Orthopedic conditions of the premature and dysmature foal. *Vet Clin Equine* 2017, 33(2):289-297.

Colles CM. How to Aid the correction of angular limb deformities in foal using physeal stimulation. *Proc Am Ass Equine Practnrs* 2008, 54:60-63.

Denoix JM, Jacquet S, Lepeule J, Crevier-Denoix N, Valette JP, Robert C. Radiographic findings of juvenile osteochondral conditions detected in 392 foals using a field radiographic protocol. *Vet J* 2013, 197(1): 44-51.

Dubuc J, Da Silveira EA. Partial resection of bilateral ulnar remnants for treatment of carpus valgus in a 3-week-old Hanoverian foal. *Can Vet J* 2019, 60(8):864-868.

Ellis DR. Physitis. Teoksessa: Dyson SJ, Ross MW (toim.) *Diagnosis and management of lameness in the horse*. 2. p. Saunders Elsevier, St. Louis, Missouri, Yhdysvallat 2011. 638-640.

Fackelman GE, Reid CF, Leitch MD, Cimprich R. Angular limb deformities in foals. *Proc Ann Meet Am Assoc Equine Pract* 1975, 21:161–166.

García-López J, Parente EJ. Angular limb deformities. Teoksessa: Dyson SJ, Ross MW (toim.) *Diagnosis and management of lameness in the horse*. 2. p. Saunders Elsevier, St. Louis, Missouri, Yhdysvallat 2011. 638-640.

Gray A, Randleff-Rasmussen P, Lepage OM. Single transphyseal screws for the correction of moderate to severe angular limb deformities in 28 Thoroughbred foals. *Equine Vet Educ* 2018, 30(2): 88-93.

Hinkle F, Johnson S, Selberg K, Barrett M. A review of normal radiographical variants commonly mistaken for pathological findings in horses. *Equine Vet Educ* 2020, 32(12):664–672.

Jackson MA, Kummer M, Auer JA, Ossent P, Paar M, Fürst AE. Case report. Severe bilateral physitis with instability and Salter-Harris type 1 fractures in two foals. *Equine Vet Educ* 2011, 23(11):543-547.

Jacquet S, Robert C, Valette JP, Denoix JM. Evolution of radiological findings detected in the limbs of 321 young horses between the ages of 6 and 18 months. *Vet J* 2013, 197(1):58-64.

Jeffcott IB, Henson FMD. Studies on growth cartilage in the horse and their application to aetiopathogenesis of dyschondroplasia (Osteochondrosis). *Vet J* 1998, 156(3):177-192.

Kay AT, Hunt RJ, Thorpe PE, Spirito MA, Rodgeron DH. Single screw transphyseal bridging for correction of forelimb angular limb deviation. *Proceedings of the 51st Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners* 2005:306-308.

Luszczynski J, Pieszka M, Kosiniak-Kamysz K. Effect of horse breed and sex on growth rate and radiographic closure time of distal radial metaphyseal growth plate. *Livest Sci* 2011, 141(2-3):252-258.

Mackie EJ, Tatarczuch L, Mirams M. The Skeleton: a multi-functional complex organ. The growth plate chondrocyte and endochondral ossification - Thematic review. *J Endocrinol* 2011, 211:109-121.

Modesto RB, Rodgeron DH, Masciarelli AE, Spirito M. Standing placement of transphyseal screw in the distal radius in 8 Thoroughbred yearlings. *Can Vet J* 2015, 56(6):605-609.

Myers VS, Burt JK. The radiographic location of epiphyseal lines in equine limbs. *Proc 12th Annu Conv Am Assoc Equine Pract* 1966: 21-39.

Myers VS, Emmerson MA. The age and manner of epiphyseal closure in the forelegs of two arabian foals. *Vet Radiol* 1966, 7(1):39-47.

O'Donohue DD, Smith FH, Strickland KL. The incidence of abnormal limb development in the Irish Thoroughbred from birth to 18 months. *Equine Vet J* 1992, 24(4):305-309.



Rafati N, Andersson LS, Mikko S, Feng C, Raudsepp T, Pettersson J, Janecka J, Wattle O, Ameer A, Thyreen G, Eberth J, Huddleston J, Malig M, Bailey E, Eichler EE, Dalin G, Chowdary B, Andersson L, Lindgren G, Rubin CJ. Large deletions at the SHOX locus in the pseudoautosomal region are associated with skeletal atavism in shetland ponies. *G3* 2016, 6(7):2213-2223.

Read EK, Read MR, Townsend HG, Clark CR, Pharr JW, Wilson DG. Effect of hemi-circumferential periosteal transection and elevation in foals with experimentally induced angular limb deformities. *J Am Vet Med Assoc* 2002, 221(4):536-540.

Robert C, Valette JP, Denoix JM. Longitudinal development of equine forelimb conformation from birth to weaning in three different horse breeds. *Vet J* 2013, 198:e75-e80.

Ross MH, Pawlina W. Bone. Teoksessa: Ross MH, Pawlina W (toim.) *Histology: text and atlas: with correlated cell and molecular biology*. 6. p. Wolters Kluwer, Philadelphia, Yhdysvallat 2011. 218-254.

Salter RB, Harris WR. Injuries involving the epiphyseal plate. *J Bone Joint Surg* 1963, 45(3):587-622.

Santschi EM, Leibsle SR, Morehead JP, Prichard MA, Clayton MK, Keuler NS. Carpal and fetlock conformation of the juvenile Thoroughbred from birth to yearling auction age. *Equine Vet J* 2006, 38(7):604-609.

Shamis LD, Auer JA. Complete ulnas and fibulas in a pony foal. *J Am Vet Med Assoc* 1985, 186(8):802-804.

Speed JG. A cause of malformation of the limbs of shetland ponies with a note on its phylogenic significance. *Br Vet J* 1958, 114(1):18-22.

Strand E, Braathen LC, Hellsten MC, Huse-Olsen L, Bjornsdottir S. Radiographic closure time of appendicular growth plates in the Icelandic horse. *Acta Vet Scand* 2007, 49(1):1-7.

Trumble TN. Orthopedic disorders in neonatal foals. Vet Clin Equine 2005, 21(2):357-385.

Tyson R, Graham JP, Colahan PT, Berry CR. Skeletal atavism in a miniature horse. Vet Radiol Ultrasoun 2004, 45(4):315-317.

Unt VE, Evans J, Reed SR, Pfau T, Weller R. Variation in frontal plane joint angles in horses. Equine Vet J Suppl 2010, 44:444-450.

Vulcano LC, Mamprim MJ, Muniz LMR, Moreira AF, Luna SPL. Radiographic study of distal radial physeal closure in Thoroughbred horses. Vet Radiol Ultrasoun 1997, 38(5):352-354.

Wall RA, Robinson P, Adkins AR. The use of an absorbable bone screw as a transphyseal bridge for the correction of fetlock varus deviations in six foals. Equine Vet Educ 2010, 22(11):571-575.

Witte S, Hunt R. A review of angular limb deformities. Equine vet Educ 2009, 21(7):378-387.

Ytrehus B, Carlson CS, Ekman S. Etiology and pathogenesis of osteochondrosis - Review. Vet Pathol 2007, 44(4): 429-448.